	<b>MANUALE TECNICO</b>		
REVISIONE N°      Error! Reference source not found.	DEL      Error! Reference source not found.	PAG.      1	DI      16

# **SISTEMA CONTROLLO MOTORI BRUSHLESS SCHEDE BLL-001 E BLP-001**



## **MANUALE TECNICO P2006\_68**

Copyright © 2006 The RobotCub Consortium,  
European Commission FP6 Project IST-004370.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, with Front-Cover Texts being "The RobotCub Project", and with Back-Cover Texts being "For further information see [www.robotcub.org](http://www.robotcub.org) and [www.icub.org](http://www.icub.org)".



A copy of the license is available at  
<http://www.robotcub.org/icub/license/fdl.txt>.



 	<b>MANUALE TECNICO</b>		
REVISIONE N°      Error! Reference source not found.	DEL      Error! Reference source not found.	PAG.      3	DI      16

## SOMMARIO

1	Generalità .....	4
2	Scheda BLL-001.....	4
2.1	Reset, clock e memoria .....	4
2.2	Connettori di interfacce seriali e JTAG .....	5
2.3	Bus seriale CAN2.0B .....	6
2.4	Bus SPI e memoria EEPROM .....	6
2.5	Uscite PWM e collegamenti con la scheda BLP-001 .....	7
2.6	Ingressi Encoder/Sensori di Hall.....	8
2.7	Segnali di I/O ausiliari .....	9
2.8	LED diagnostici .....	11
2.9	Misura delle tensioni di alimentazione .....	12
2.10	Risorse non utilizzate .....	12
2.11	Consumi .....	12
3	Scheda BLP-001 .....	12
3.1	Alimentazione e circuito di Under-Voltage-Lockout .....	13
3.2	Ponti trifase e connettori di collegamento i motori.....	13
3.3	Controllo delle correnti nei motori e circuiti di Overload .....	14
3.4	Consumi .....	15
4	Riferimenti bibliografici.....	16

 	<b>MANUALE TECNICO</b>		
REVISIONE N° Error! Reference source not found.	DEL Error! Reference source not found.	PAG. 4	DI 16

## 1 Generalità

Il sistema di controllo motori Brushless descritto nel seguito ha la funzione di controllare il movimento e la posizione di due motori di tipo Brushless in corrente continua, secondo algoritmi programmabili dall'utilizzatore e in relazione alle comunicazioni remote con altri dispositivi esterni collegati attraverso un bus seriale CAN.

Il sistema è costituito da due schede denominate rispettivamente BLL-001 e BLP-001. La scheda BLL-001 comprende i seguenti dispositivi:

- ❑ Unità Centrale (processore DSP56F807 Freescale).
- ❑ Interfaccia a un bus di comunicazione seriale di tipo CAN 2.0.
- ❑ Interfaccia JTAG per programmazione e debug
- ❑ Interfaccia seriale di tipo RS-232 (2 porte)
- ❑ Alimentazione locale a 5V e a 3.3V ottenuta a partire da una tensione di 12V proveniente dalla scheda BLP-001.
- ❑ Interfacce per 2 canali di rilevazione della posizione angolare dei motori (Encoder ottici o sensori a effetto Hall).
- ❑ Interfacce per la gestione di diversi segnali ausiliari (sensori di temperatura, ingressi di FAULT, I/O digitali e analogici generici) associati al controllo dei due motori.
- ❑ Collegamento alla scheda BLP-001, effettuabile con un cavo piatto a 26 vie (passo 0.635 mm) oppure direttamente per sovrapposizione delle due schede.

La scheda BLP-001 comprende invece:

- ❑ Stadi di potenza per l'eccitazione degli statori trifase di due motori brushless. L'eccitazione è modulata in PWM e può assumere qualsiasi polarità su tutte le tre fasi.
- ❑ Sensori per la misura analogica della corrente di eccitazione dei due motori.
- ❑ Sensori delle condizioni di errore per il blocco dei motori in caso di sovraccarico o di tensione di alimentazione insufficiente.
- ❑ Alimentazione locale a 12V (a partire da una tensione di 48V). Questa alimentazione è portata anche alla scheda BLL-001.

## 2 Scheda BLL-001


La scheda BLL-001 utilizza il microcontrollore Freescale DSP56F807 come unità di elaborazione centrale del modulo. I documenti rif. 1 e rif. 3 riportano una descrizione completa delle caratteristiche tecniche del dispositivo. Il presente capitolo descrive come le risorse interne del microcontrollore sono utilizzate nel sistema.

### 2.1 Reset, clock e memoria

Il reset dell'intero sistema è fornito dal circuito di Power-On-Reset (POR) interno al microcontrollore DSP56F807. Il circuito di POR garantisce il RESET quando l'alimentazione della scheda è inferiore a 1.8V (max. 2.1V). La durata del RESET di alimentazione è di 250ms circa.

Il microcontrollore dispone anche di un circuito di watch-dog (COP) capace di generare un RESET generale in caso di malfunzionamento del sistema o di blocco del programma (rif. 1, cap. 16.6).

Il microcontroller può ricevere il RESET anche da un circuito esterno attraverso il terminale ~RESET (pin 9) del connettore diagnostico P1 (vedi par. 2.2).

		<b>MANUALE TECNICO</b>	
REVISIONE N° Error! Reference source not found.	DEL Error! Reference source not found.	PAG. 5	DI 16

L'oscillatore XT1 fornisce al microcontrollore un segnale con una frequenza di 8MHz con una tolleranza di  $\pm 0.1\%$  e una stabilità migliore di 100ppm/°C. A sua volta il microcontrollore è dotato di un circuito PLL moltiplicatore di frequenza in grado di generare il CLOCK di riferimento per tutti i suoi circuiti interni (rif. 1, cap. 15). Si consiglia di programmare una frequenza FOUT/2 del CLOCK pari a 80MHz nominali.

Il microcontrollore dispone al suo interno di 140KB di memoria non volatile FLASH e di 12KB di memoria volatile RAM. Le memorie sono distribuite negli spazi di indirizzamento Program, Data e Boot in vario modo, come descritto nel rif. 1, cap. 3. La scheda non dispone di altra memoria ad accesso diretto. Dispone invece di un ulteriore dispositivo di memoria seriale non volatile di tipo EEPROM da 2KB (16Kbit) collegata al bus SPI (vedi. par. 0) e adatta alla memorizzazione permanente di parametri.

## 2.2 Connettori di interfacce seriali e JTAG

Le linee di I/O seriale dei due dispositivi SCI contenuti nel microcontroller sono disponibili sul connettore a 6 vie P2:

<b>Pin</b>	<b>Segnale</b>	<b>Tipo</b>	<b>Connettore P2 (Molex 53261-0690)</b>
1	VCC	Pwr	Alimentazione 3.3Vcc
2	TXD0	Out	Trasmissione dispositivo SCI0
3	RXD0	In	Ricezione dispositivo SCI0
4	TXD1	Out	Trasmissione dispositivo SCI1
5	RXD1	In	Ricezione dispositivo SCI1
6	GND	Pwr	Riferimento di massa, segnale ed alimentazione

I segnali di programmazione JTAG sono disponibili sul connettore a 10 vie P1:

<b>Pin</b>	<b>Segnale</b>	<b>Tipo</b>	<b>Connettore P1 (Molex 53261-1090)</b>
1	TDI	In	Segnale JTAG (pullup interno al microcontroller)
2	TDO	Out	Segnale JTAG (pullup 47K $\Omega$ )
3	GND	Pwr	Riferimento di massa di segnale e di alimentazione
4	TCK	In	Segnale JTAG (pullup interno al microcontroller)
5	~RESET	In	Reset input. Forza il RESET generale del modulo
6	TMS	In	Segnale JTAG (pullup interno al microcontroller)
7	VCC	pwr	Alimentazione 3.3Vcc
8	~DE	out	Segnale diagnostico (pullup interno al microcontroller)
9	~TRST	in	Segnale JTAG (pulldown 1K $\Omega$ )
10	~RSTO	out	Reset output. Segnala il RESET del modulo

## 2.3 Bus seriale CAN2.0B

Il dispositivo MSCAN interno al microcontroller è collegato a un transceiver di tipo PCA82C250 con i due segnali CANTX e CANRX. Il transceiver, a sua volta, comanda le due linee CANH e CANL del connettore P3, con livelli di tensione e di impedenza compatibili con lo standard CAN2.0B.

Pin	Segnale	Tipo	Connettore P3 (Molex 53261-0490)				
1	V <sub>CAN</sub>	pwr	Uscita di alimentazione. A seconda dell'opzione di montaggio può essere:				
			R56	R58	R61	Alimentazione VCAN	Default
			NI	NI	100Ω	Non connessa	√
			0Ω	NI	100Ω	3.3Vcc	
			NI	0Ω	100Ω	5Vcc	
Nota: NI = non installata							
2	CANH	I/O	Segnale di I/O del bus CAN, attivo HIGH, passivo LOW				
3	CANL	I/O	Segnale di I/O del bus CAN, attivo LOW, passivo HIGH				
4	GND <sub>CAN</sub>	pwr	Riferimento di massa di segnale				

## 2.4 Bus SPI e memoria EEPROM



Il dispositivo SPI interno al microcontroller è collegato a una memoria seriale di tipo EEPROM M95160 da 2KB (16Kbit). Si rimanda al rif. 7 per una descrizione dettagliata della funzionalità di tale memoria e al cap. 13 del rif. 1 per la programmazione del dispositivo SPI.

La EEPROM è direttamente collegata ai segnali SCLK, MOSI e MISO gestiti dal dispositivo SPI del microcontroller. Gli stessi segnali sono (opzionalmente) portati ai connettori P8 e P9 per il collegamento di eventuali dispositivi SPI esterni (vedi par. 2.7). Per poter identificare il particolare dispositivo periferico con il quale comunicare, di volta in volta, attraverso il bus SPI, sono stati previsti tre segnali di selezione controllati come uscite generiche del microcontrollore:

GPIOE2 (~E2PCS)	GPIOA0 (~SPIEN1)	GPIOA1 (~SPIEN2)	Dispositivo collegato
HIGH	HIGH	HIGH	Nessuno.
LOW	HIGH	HIGH	Memoria EEPROM M95160
HIGH	LOW	HIGH	Dispositivo esterno #1 collegato su P8
HIGH	HIGH	LOW	Dispositivo esterno #2 collegato su P9

Oltre al segnale di selezione ~E2PCS la scheda prevede anche il segnale ausiliario ~E2PWP utile per controllare la funzione "Hardware-Write-Protect" (HWP) della memoria EEPROM. Anche in questo caso si è usata una uscita generica (GPIOE3) del microcontrollore:

GPIOE3 (~E2PWP)	Funzione
LOW	Funzione HWP attiva: i bit BP1 e BP0 nel registro di stato della EEPROM non possono essere alterati
HIGH	Funzione HWP disattiva: i bit BP1 e BP0 nel registro di stato della EEPROM possono essere scritti

 	<b>MANUALE TECNICO</b>		
REVISIONE N° Error! Reference source not found.	DEL Error! Reference source not found.	PAG. 7	DI 16



NOTA: Il segnale ~SS generato dal dispositivo SPI non è utilizzato dalla scheda.

## 2.5 Uscite PWM e collegamenti con la scheda BLP-001

La scheda BLL-001 utilizza tutte le uscite dei due dispositivi PWM disponibili nel microcontroller. Questi segnali sono trasmessi alla scheda BLP-001 tramite il connettore P6 (collegamento con ribbon-cable da 26 vie) oppure, a richiesta, tramite il connettore P7 (connessione diretta board-to-board). Lo stesso connettore riceve alcuni ingressi di controllo e diagnostici provenienti dalla BLP-001. La seguente tabella elenca i segnali di collegamento con la scheda BLP-001

Pin	Segnale	Tipo	Connettore P6 (ERNI 054595)
a1	PXH1	out	Uscita PWMA0. Comando transistor superiore, fase X, motore #1
a2	PYH1	out	Uscita PWMA2. Comando transistor superiore, fase Y, motore #1
a3	PZH1	out	Uscita PWMA4. Comando transistor superiore, fase Z, motore #1
a4	+12V	pwr	Alimentazione proveniente dalla BLP-001
a5	PXH2	out	Uscita PWMB0. Comando transistor superiore, fase X, motore #2
a6	PYH2	out	Uscita PWMB2. Comando transistor superiore, fase Y, motore #2
a7	PZH2	out	Uscita PWMB4. Comando transistor superiore, fase Z, motore #2
a8	UVLO	in	Ingressi FAULTA0 e FAULTB0. Errore di UNDER-VOLTAGE
a9	OVL2	in	Ingresso FAULTB1. Errore di OVER-LOAD motore #2
a10	+12V	pwr	Alimentazione proveniente dalla BLP-001
a11	CUR1	ain	Ingresso analogico ANA1. Proporzionale alla corrente motore #1
a12	CUR2	ain	Ingresso analogico ANB1. Proporzionale alla corrente motore #2
a13	AGND	pwr	Riferimento di massa per i segnali analogici
b1	GND	pwr	Riferimento di massa per i segnali digitali
b2	PXL1	out	Uscita PWMA1. Comando transistor inferiore, fase X, motore #1
b3	PYL1	out	Uscita PWMA3. Comando transistor inferiore, fase Y, motore #1
b4	PZL1	out	Uscita PWMA5. Comando transistor inferiore, fase Z, motore #1
b5	PXL2	out	Uscita PWMB1. Comando transistor inferiore, fase X, motore #2
b6	PYL2	out	Uscita PWMB3. Comando transistor inferiore, fase Y, motore #2
b7	PZL2	out	Uscita PWMB5. Comando transistor inferiore, fase Z, motore #2
b8	GND	pwr	Riferimento di massa per i segnali digitali
b9	OVL1	in	Ingresso FAULTA1. Errore di OVER-LOAD motore #1
b10	GND	pwr	Riferimento di massa per i segnali digitali
b11	AGND	pwr	Riferimento di massa per i segnali analogici
b12	AVCC	pwr	Alimentazione per i segnali analogici
b13	AVCC	pwr	Alimentazione per i segnali analogici

Si veda il cap. 3 per una descrizione dettagliata del funzionamento di ciascun segnale.

 	<b>MANUALE TECNICO</b>		
REVISIONE N°      Error! Reference source not found.	DEL      Error! Reference source not found.	PAG.      8	DI      16

## 2.6 Ingressi Encoder/Sensori di Hall

I connettori P4 e P5 hanno la funzione di ricevere i segnali di posizione degli encoder provenienti rispettivamente dal motore #1 e dal motore #2. I sensori di posizione possono essere encoder-incrementali oppure sensori di hall sensibili alla fase di rotazione elettrica dei motori stessi. In tutti i casi i segnali devono avere livelli logici TTL, totem-pole oppure open-collector (solo per basse velocità). I connettori dispongono di un'uscita 5V per alimentare i sensori.



<i>Pin</i>	<i>Segnale</i>	<i>Tipo</i>	<i>Connettore P4 (Molex 53261-0690)</i>
1	5V	pwr	Alimentazione encoder o sensori
2	PHA1/HX1	in	Ingresso TA0 - Encoder phase-A / Hall-Sensor phase-X
3	PHB1/HY1	in	Ingresso TA1 - Encoder phase-B / Hall-Sensor phase-Y
4	INDEX1/HZ1	in	Ingresso TA2 - Encoder index / Hall-Sensor phase-Z
5	HOME1	in	Ingresso TA3 - Encoder Home
6	GND	pwr	Riferimento di massa, segnali ed alimentazione

<i>Pin</i>	<i>Segnale</i>	<i>Tipo</i>	<i>Connettore P5 (Molex 53261-0690)</i>
1	5V	pwr	Alimentazione encoder o sensori
2	PHA2/HX2	in	Ingresso TB0 - Encoder phase-A / Hall-Sensor phase-X
3	PHB2/HY2	in	Ingresso TB1 - Encoder phase-B / Hall-Sensor phase-Y
4	INDEX2/HZ2	in	Ingresso TB2 - Encoder index / Hall-Sensor phase-Z
5	HOME2	in	Ingresso TB3 - Encoder Home
6	GND	pwr	Riferimento di massa, segnali ed alimentazione

Si noti che l'utilizzo degli encoder incrementali esclude l'uso dei sensori di Hall (e viceversa). Nel primo caso si dovrà utilizzare il dispositivo "Quadrature Decoder" del microcontroller, mentre nel secondo caso si useranno i "Quad Timer Module". In entrambe i casi si raccomanda l'utilizzo dei filtri digitali (vedi par. 10.7.1 e 10.7.2 del rif. 1) sugli ingressi.

Si rimanda ai cap. 10 e 14 del rif. 1, al rif. 5 e al rif. 6 per una dettagliata descrizione dell'utilizzo dell'encoder incrementale e dei sensori di Hall.





 		<b>MANUALE TECNICO</b>		
REVISIONE N° Error! Reference source not found.	DEL Error! Reference source not found.	PAG. 9	DI 16	

## 2.7 Segnali di I/O ausiliari


I connettori P8 e P9 rendono disponibili segnali ausiliari utili per il controllo dei motori. Alcuni terminali di questi connettori hanno significati diversi a seconda delle opzioni di montaggio e della programmazione del microcontroller.

Pin	Segnale	Tipo	Connettore P8 (Molex 53261-0890)						
1	5V 3.3V	pwr	Alimentazione a 5Vcc oppure 3.3Vcc						
			R26	R27	Alimentazione		Default		
			0Ω	NI	5Vcc		√		
			NI	0Ω	3.3Vcc				
Nota: NI = non installata									
2	~SPIEN1 AIN10	in/out ain	Abilitazione SPI, I/O generico, ingresso analogico						
			R6	R8	R12	R14	R10	Descrizione	Default
			NI	NI	4.7KΩ	100Ω	6.8KΩ	Segnale GPIOA0	√
			V	3.6KΩ	NI	NI	NI	Ingresso analogico ANA0 con fondoscala 3.3V	
V	3.6KΩ	NI	NI	6.8KΩ	Ingresso analogico ANA0 con fondoscala 5V				
Note: NI = non installata, V = valore per inserire un offset sul segnale analogico									
3	MISO GND	in/out pwr	Ingresso SPI MISO, I/O generico o riferimento di massa						
			R22	R20	R17	Descrizione		Default	
			0Ω	NI	NI	GND			
			NI	100Ω	4.7KΩ	Segnale MISO, GPIOE6		√	
Nota: NI = non installata									
4	EXTFAULT1	In	Ingresso FAULTA2, FAULTA3, FAULTB2						
5	SCLK GND	in/out pwr	Uscita SPI SCLK, I/O generico o riferimento di massa						
			R38	R36	R34	Descrizione		Default	
			0Ω	NI	NI	GND			
			NI	100Ω	4.7KΩ	Segnale SCLK, GPIOE4		√	
Nota: NI = non installata									
6	MOSI 5V 3.3V	in/out pwr	Uscita SPI MOSI oppure alimentazione a 5Vcc oppure 3.3Vcc						
			R40	R41	R44	Descrizione		Default	
			NI	0Ω	NI	3.3Vcc			
			0Ω	NI	NI	5Vcc			
NI	4.7KΩ	100Ω	Segnale MOSI, GPIOE5		√				
Nota: NI = non installata									

 		<b>MANUALE TECNICO</b>		
REVISIONE N° Error! Reference source not found.	DEL Error! Reference source not found.	PAG. 10	DI 16	

Pin	Segnale	Tipo	Connettore P8 (Molex 53261-0890)						
7	GPIO1 AIN11	in/out ain	I/O uso generale oppure ingresso analogico						
			R46	R48	R53	R54	R50	Descrizione	Default
			NI	NI	4.7KΩ	100Ω	6.8KΩ	Segnale GPIOB0	√
			V	3.6KΩ	NI	NI	NI	Ingresso analogico ANA2 con fondoscala 3.3V	
			V	3.6KΩ	NI	NI	6.8KΩ	Ingresso analogico ANA2 con fondoscala 5V	
Note: NI = non installata, V = valore per inserire un offset sul segnale analogico									
8	GND	pwr	Riferimento di massa dei segnali e dell'alimentazione						

Pin	Segnale	Tipo	Connettore P9 (Molex 53261-0890)						
1	5V 3.3V	pwr	Alimentazione a 5Vcc oppure 3.3Vcc						
			R29	R30	Alimentazione				Default
			0Ω	NI	5Vcc				√
			NI	0Ω	3.3Vcc				
			Nota: NI = non installata						
2	~SPIEN2 AIN20	in/out ain	Abilitazione SPI, I/O generico, ingresso analogico						
			R7	R9	R13	R15	R11	Descrizione	Default
			NI	NI	4.7KΩ	100Ω	6.8KΩ	Segnale GPIOA1	√
			V	3.6KΩ	NI	NI	NI	Ingresso analogico ANB0 con fondoscala 3.3V	
			V	3.6KΩ	NI	NI	6.8KΩ	Ingresso analogico ANB0 con fondoscala 5V	
			Note: NI = non installata, V = valore per inserire un offset sul segnale analogico						
3	MISO GND	in/out pwr	Ingresso SPI MISO, I/O generico o riferimento di massa						
			R23	R21	R18	Descrizione			Default
			0Ω	NI	NI	GND			
			NI	100Ω	4.7KΩ	Segnale MISO, GPIOE6			√
			Nota: NI = non installata						
4	EXTFAULT2	in	Ingresso FAULTB3						

		<b>MANUALE TECNICO</b>		
REVISIONE N° Error! Reference source not found.	DEL Error! Reference source not found.	PAG. 11	DI 16	

Pin	Segnale	Tipo	Connettore P9 (Molex 53261-0890)						
5	SCLK GND	in/out pwr	Uscita SPI SCLK, I/O generico o riferimento di massa						
			R39	R37	R35	Descrizione	Default		
			0Ω	NI	NI	GND			
			NI	100Ω	4.7KΩ	Segnale SCLK, GPIOE4	√		
			Note: NI = non installata						
6	MOSI 5V 3.3V	in/out pwr	Uscita SPI MOSI oppure alimentazione a 5Vcc oppure 3.3Vcc						
			R42	R43	R45	Descrizione	Default		
			NI	0Ω	NI	3.3Vcc			
			0Ω	NI	NI	5Vcc			
			NI	4.7KΩ	100Ω	Segnale MOSI, GPIOE5	√		
Nota: NI = non installata									
7	GPIO2 AIN21	in/out ain	I/O uso generale oppure ingresso analogico						
			R47	R49	R52	R55	R51	Descrizione	Default
			NI	NI	4.7KΩ	100Ω	6.8KΩ	Segnale GPIOB1	√
			V	3.6KΩ	NI	NI	NI	Ingresso analogico ANB2 con fondoscala 3.3V	
			V	3.6KΩ	NI	NI	6.8KΩ	Ingresso analogico ANB2 con fondoscala 5V	
Note: NI = non installata, V = valore per inserire un offset sul segnale analogico									
8	GND	pwr	Riferimento di massa dei segnali e dell'alimentazione						

Si noti che le funzioni di controllo del bus SPI sono comuni ai due connettori, perciò non è possibile usare i segnali MISO, MOSI e SCLK come SPI su un connettore e come I/O generici sull'altro.


La configurazione di default è predisposta per gestire i seguenti dispositivi di I/O:

- Connettore P8: un sensore magnetico AMI collegato su SPI #1
- Connettore P9: un sensore magnetico AMI collegato su SPI #2

## 2.8 LED diagnostici

La scheda BLL-001 prevede alcune segnalazioni luminose a diodi LED a scopo diagnostico e per agevolare le operazioni di debug del software. Sui segnali di comando dei led gestiti via software sono presenti test point per uso diagnostico.

LED	Colore	Funzione
DL1	Giallo	Comandato dal segnale GPIOA4, è utilizzabile dal software (pad TP1).
DL2	Blu	Comandato dal segnale GPIOA5, è utilizzabile dal software (pad TP2).
DL3	Giallo	Comandato dal segnale GPIOA6, è utilizzabile dal software (pad TP3).
DL4	Blu	Comandato dal segnale GPIOA7, è utilizzabile dal software (pad TP4).
DL5	Verde	Presenza alimentazione +12Vcc proveniente da BLP-001

		<b>MANUALE TECNICO</b>	
REVISIONE N° Error! Reference source not found.	DEL Error! Reference source not found.	PAG. 12	DI 16

LED	Colore	Funzione
DL6	Arancione	Presenza alimentazione +3.3Vcc generata da U4 a partire dalla +12Vcc
DL7	Rosso	Presenza alimentazione +5Vcc generata da U5 a partire dalla +12Vcc

Si noti che i LED connessi alle alimentazioni ne indicano soltanto la presenza, ma non implicano che la tensione corrispondente sia effettivamente nella tolleranza ammessa.

## 2.9 Misura delle tensioni di alimentazione

La scheda BLL-001 prevede la possibilità di misurare le alimentazioni +12V e +5V in rapporto alla tensione di riferimento a 3.3V. Tale misura viene fatta su due canali del convertitore A/D del microcontroller:

Segnale	Canale	Fattore di attenuazione	Misura
FB12V	ANA6	0.2115	Alimentazione a 12V in rapporto alla 3.3V
FB5V	ANA7	0.5000	Alimentazione a 5V in rapporto alla 3.3V

Il valore della tensione di alimentazione è calcolata dividendo il valore letto dal canale analogico (con fondoscala 3.3V) per il fattore di attenuazione.

## 2.10 Risorse non utilizzate

Nell'implementazione delle schede BLL\_001 alcune risorse del microcontroller non sono state utilizzate. E' compito del programmatore mettere queste risorse non utilizzate in una condizione tale da non creare interferenze col funzionamento normale. In particolare si raccomanda:

- ❑ Attivare i pull-up dei segnali A0..5, D0..15, TC0..1, TD0..3, ~PS, ~DS, ~WR e ~RD per evitare un consumo eccessivo di corrente dovuto alla fluttuazione degli ingressi in alta impedenza (vedi registro SYS\_CNTL nel par. 16.7.1 del rif. 1).
- ❑ Attivare i pull-up (o programmare in output) gli I/O generici non usati: GPIOA2..3, GPIOB2..7, GPIOD0..5.
- ❑ Programmare sempre la direzione e la polarità corrette degli I/O previsti nello schema anche per le risorse non (ancora) utilizzate dal software.


Si noti che i segnali d'ingresso provenienti dalla scheda BLP-001 sono correttamente terminati con una resistenza di pull-up. Pertanto è possibile il funzionamento parziale della scheda BLL-001 non collegata alla BLP-001 (con una alimentazione a 12Vcc provvisoria), considerando però che i segnali UVLO, OVL1 e OVL2 restano attivi e le misure analogiche CUR1 e CUR2 restano a 0V.

## 2.11 Consumi

Manca descrizione

## 3 Scheda BLP-001

La scheda BLP-001 ha la funzione di convertire i segnali PWM generati dalla scheda BLL-001 negli opportuni segnali di potenza adatti al controllo di due motori Brushless in corrente continua.

	<b>MANUALE TECNICO</b>		
REVISIONE N° Error! Reference source not found.	DEL Error! Reference source not found.	PAG. 13	DI 16

### 3.1 Alimentazione e circuito di Under-Voltage-Lockout

La scheda BLP-001 (e di conseguenza la collegata BLL-001) è alimentata attraverso il connettore a morsetti J3

Pin	Segnale	Tipo	Morsettiera J3 (Phoenix MKDS1/2-3.81)
1	+48V	pwr	Alimentazione a 48Vcc. Min. 19Vcc, Max. 58Vcc
2	PGND	pwr	Ritorno alimentazione.

**ATTENZIONE:** I terminali di alimentazione devono sopportare tutta la corrente richiesta dai due motori utilizzati. E' necessario pertanto fare uso di conduttori di sezione adeguata. Si consiglia di non superare la densità di corrente di 4A/mm<sup>2</sup> medi e di 10A/mm<sup>2</sup> di picco.

**ATTENZIONE:** Per motivi di spazio la scheda BLP-001 non prevede capacità di grosse dimensioni in grado di supplire ai forti transitori di corrente eventualmente richiesti dai motori. Pertanto è necessario usare un sistema di alimentazione generale in grado di reagire rapidamente ai transitori di carico, prevedendo capacità esterne adeguate e limitando (via software) la rapidità di crescita della coppia dei motori.

Il circuito formato dal comparatore U5C ha lo scopo di verificare la tensione di alimentazione generale, in modo da fornire il segnale di errore UVLO (Under-Voltage-Lockout) nel caso la tensione di alimentazione scenda al di sotto di 18.4V. Il segnale UVLO è trasmesso alla scheda BLL-001 fino agli ingressi FAULTA0 e FAULTB0 del microcontrollore.


**ATTENZIONE:** Una tensione di alimentazione troppo bassa può causare la distruzione dei transistor di comando dei motori. Pertanto **la funzione di controllo dei FAULT nel microcontrollore deve essere sempre abilitata**. Nelle prime fasi di sviluppo del programma, quando il controllo dei FAULT non è completamente funzionale, si consiglia di utilizzare sempre un carico ridotto tale da evitare che un eventuale errore possa creare un sovraccarico e far cadere la tensione di alimentazione a livelli pericolosi.

### 3.2 Ponti trifase e connettori di collegamento i motori

I driver U1, U2 e U3 per il motore #1 e U6, U7 e U8 per il motore #2 hanno il compito di traslare i livelli di tensione dei segnali PWM in quelli richiesti dai transistor MOSFET di controllo.

Segnale	Uscita	Comando
PXH1	PWMA0	Controllo transistor Q1 HIGH fase X motore #1
PXL1	PWMA1	Controllo transistor Q4 LOW fase X motore #1
PYH1	PWMA2	Controllo transistor Q2 HIGH fase Y motore #1
PYL1	PWMA3	Controllo transistor Q5 LOW fase Y motore #1
PZH1	PWMA4	Controllo transistor Q3 HIGH fase Z motore #1
PZL1	PWMA5	Controllo transistor Q6 LOW fase Z motore #1

Segnale	Uscita	Comando
PXH2	PWMB0	Controllo transistor Q7 HIGH fase X motore #2
PXL2	PWMB1	Controllo transistor Q10 LOW fase X motore #2
PYH2	PWMB2	Controllo transistor Q8 HIGH fase Y motore #2
PYL2	PWMB3	Controllo transistor Q11 LOW fase Y motore #2
PZH2	PWMB4	Controllo transistor Q9 HIGH fase Z motore #2

		<b>MANUALE TECNICO</b>	
REVISIONE N° Error! Reference source not found.	DEL Error! Reference source not found.	PAG. 14	DI 16

PZL2	PWMB5	Controllo transistor Q12 LOW fase Z motore #2
------	-------	-----------------------------------------------

I connettori a morsetti J1 e J2 trasmettono le correnti dei transistor di comando rispettivamente agli avvolgimenti degli statori trifase del motore #1 e del motore #2.

Pin	Segnale	Tipo	Morsettiera J1 (Phoenix MKDS1/3-3.81)
1	PX1	pwr	Fase X motore #1 (transistor Q1, Q4)
2	PY1	pwr	Fase Y motore #1 (transistor Q2, Q5)
3	PZ1	pwr	Fase Z motore #1 (transistor Q3, Q6)

Pin	Segnale	Tipo	Morsettiera J2 (Phoenix MKDS1/3-3.81)
1	PX2	pwr	Fase X motore #2 (transistor Q7, Q10)
2	PY2	pwr	Fase Y motore #2 (transistor Q8, Q11)
3	PZ2	pwr	Fase Z motore #2 (transistor Q9, Q12)

I collegamenti dei transistor permettono il controllo dei motori sia nel modo "Independent Switching" che nel modo "Complementary Switching" (vedi rif. 5 e rif. 6), tuttavia è necessario tenere conto che i driver dei transistor HIGH non sono in grado di mantenere stabilmente la condizione di ON per più di 100µs consecutivi. E' necessario pertanto prevedere un duty-cycle del segnale PWM sempre inferiore al 100% con frequenze di commutazione superiori a qualche decina di kHz (consigliati 50kHz). I transistor LOW invece possono mantenere la condizione di ON per un tempo indefinito.

**ATTENZIONE:** Il programmatore deve assicurarsi di non attivare mai contemporaneamente il transistor HIGH e LOW della stessa fase. Nel caso di funzionamento in modo " Complementary Switching " è necessario prevedere un "dead-time" di almeno 100ns fra l'attivazione dei due transistor complementari.

### 3.3 Controllo delle correnti nei motori e circuiti di Overload

Le resistenze di shunt R15 e R37 rilevano la corrente complessiva circolante nei ponti di comando degli statori rispettivamente del motore #1 e del motore #2. Gli amplificatori U4A e U4B amplificano il segnale per renderlo misurabile dai convertitori A/D del microcontroller sulla scheda BLL-001. Valgono le seguenti equazioni:



$$V_{CUR1} = \frac{R12 \cdot R15}{R10 + R11} \cdot I_{MOT1} + \frac{R12}{R14} \cdot V_{CC} \quad \text{con } R8 = R10, R9 = R11, R13 = R12, R7 = R14$$

$$V_{CUR2} = \frac{R34 \cdot R37}{R32 + R33} \cdot I_{MOT2} + \frac{R34}{R36} \cdot V_{CC} \quad \text{con } R30 = R32, R31 = R33, R35 = R34, R29 = R36$$

Assumendo  $V_{CC} = 3.42V$  (valore nominale) e con i valori originali delle resistenze si ha:

$$V_{CUR1} \approx 0.1188 \cdot I_{MOT1} + 0.410$$

$$V_{CUR2} \approx 0.1188 \cdot I_{MOT2} + 0.410$$

 	<b>MANUALE TECNICO</b>		
REVISIONE N° Error! Reference source not found.	DEL Error! Reference source not found.	PAG. 15	DI 16

L'offset di 0.410V ha lo scopo di portare il punto di lavoro degli amplificatori in zona lineare, lontano dallo zero delle  $V_{CUR}$ . L'intervallo di misura è da -3.45A a 25.3A. Si noti che il convertitore A/D esegue una misura raziometrica rispetto alla tensione di l'alimentazione  $V_{CC}$ , pertanto è necessario aspettarsi una tolleranza di  $\pm 5\%$  nella misura assoluta della corrente.

I comparatori U5A e U5B hanno lo scopo di verificare la condizione di sovraccarico del motore #1 e del motore #2 e di attivare i segnali OVL1 e OVL2 a loro volta connessi con gli ingressi FAULTA1 e FAULTB1 del microcontrollore. Le correnti di soglia valgono circa:

$$I_{TH1} = \frac{R19 \cdot V_{12V}}{(R19 + R20) \cdot R15} \quad \text{ovvero} \quad I_{TH1} \approx 32.1A$$



$$I_{TH2} = \frac{R41 \cdot V_{12V}}{(R41 + R42) \cdot R37} \quad \text{ovvero} \quad I_{TH2} \approx 32.1A$$

**ATTENZIONE:** Sebbene i transistor possano sopportare transitori di corrente superiori ai 100A, i limiti dovuti alla dissipazione di calore impongono di mantenere la corrente media dei motori al di sotto di 10A circa, con picchi non superiori a 25A. Il software deve misurare in continuazione la corrente dei motori, spegnendo i transistor qualora si rilevino correnti superiori a 10A per più di 10s consecutivi, oppure superiori a 25A per più di 100ms, anche se non fossero intervenute le protezioni OVL1 o OVL2. In caso di sovraccarico il software deve attendere almeno 10s prima di ripristinare il funzionamento normale. I limiti di corrente e i tempi elencati sono soltanto indicativi e dovranno essere modificati in funzione dei motori e dei carichi effettivamente utilizzati.

### 3.4 Consumi

Manca descrizione



 	<b>MANUALE TECNICO</b>		
REVISIONE N° Error! Reference source not found.	DEL Error! Reference source not found.	PAG. 16	DI 16

## 4 Riferimenti bibliografici

Si raccomanda la consultazione dei seguenti riferimenti bibliografici:

1. **"DSP56F801/803/805/807 16-Bit Digital Signal Processor User's Manual"**,  
Motorola/Freescale doc. n. DSP56F801-7UM/D Rev. 3.0.
2. **"DSP56F80x Rev. 3.0 Addendum"**,  
Motorola/Freescale doc. n. DSP56F801-7UMAD/D Rev. 7.0, 1/29/2003.
3. **"Preliminary Technical Data - DSP56F807 16-bit Digital Signal Processor"**,  
Motorola/Freescale doc. n. DSP56F807/D Rev. 7.0, 1/2002.
4. **"Chip Errata - DSP56F807 16-bit Signal Processor"**,  
Motorola/Freescale doc. n. DSP56F807E/D Rev. 9.0, 1/2003.
5. **"3-Phase BLDC Motor Control with Hall Sensors using DSP56F80x"**,  
Motorola/Freescale doc. n. AN1916/D Rev. 1.0, 9/02.
6. **"3-Phase BLDC Motor Control with Quadrature Encoder using DSP56F80x"**,  
Motorola/Freescale doc. n. AN1915/D Rev. 0, 9/02.
7. **"M95160, M95080 16/8 Kbit Serial SPI Bus EEPROM With High Speed Clock"**,  
Rev. 1.1, STMicroelectronics.
8. **"LM2591HV SIMPLE SWITCHER® Power Converter 150 kHz 1A Step-Down Voltage Regulator"**, DS101293 August 2001, National Semiconductor.
9. **"LM2675 SIMPLE SWITCHER® Power Converter High Efficiency 1A Step-Down Voltage Regulator"**, DS012803 May 2001, National Semiconductor.
10. **"LM5100A/LM5101A 3.0 Amp High Voltage High Side and Low Side Driver"**,  
DS201240 December 2004, National Semiconductor.
11. **"IRFR2407 IRFU2407 HEXFET® Power MOSFET"**,  
PD -93862 03/01/00, International Rectifier.